

① - إذا كانت لدينا قيم عددية لترانزستور كما هي مبينة في الجدول التالي
 اوجد قيمه الجهد في غير الجهد في الجدول. الصف الاول ثم صاير كل الجهد والصفات
 الشارحة

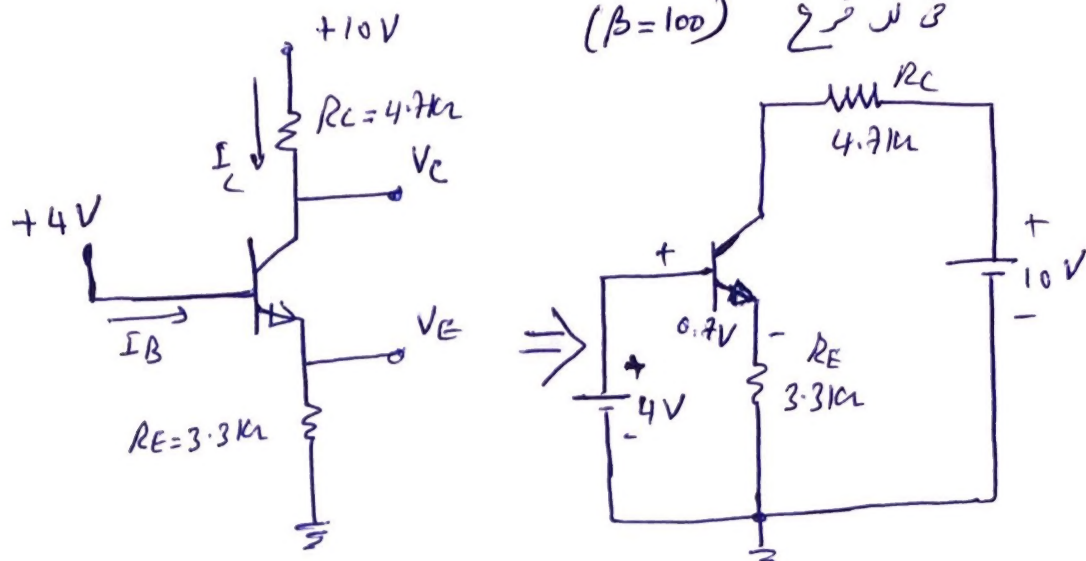
Device	$I_C(mA)$	$I_B(mA)$	$I_E(mA)$	α	β
T_1	10	0.1	10.1	0.99	100
T_2	1				50
T_3			2	0.98	
T_4		0.01		0.995	
T_5			110		10
T_6		0.001			1000

T_2 - $I_C = 1mA$, $\beta = 50$
 $\sim I_B = \frac{I_C}{\beta} \Rightarrow \frac{1mA}{50} = 20\mu A$, $I_E = I_C + I_B = 1mA + 20\mu A = 1.02mA$
 $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1.00}{1.02} = 0.980$

T_4 - $I_C = \beta I_B = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B = \frac{0.995}{1-0.995} \times 0.01 = 1.99mA$
 $I_E = I_C + I_B = 1.99mA + 0.01 = 2.00mA$
 $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.995}{1-0.995} = 199$

الكل بقيه الى بقيه الجهد لترانزستور

② - لمادة الترانزستور - المعينة في الشكل التالي أو لمادة الترانزستور المعينة في الشكل التالي (β = 100) في كل فرع



الحل :- نعلم أنه الترانزستور - يعمل في المنطقة النشطة (المشكط) حيث أن
- وللمادة (القاعدة - المتصلة) في الترانزستور ولذا يؤكد أنه يجب أن تكون القاعدة
- وللمادة (المجمع - القاعدة) في الترانزستور عاكس

$$V_E = 4V - V_{BE} = 4V - 0.7V = 3.3V$$

$$I_E = \frac{V_E - 0}{R_E} = \frac{3.3V}{3.3k\Omega} = 1mA$$

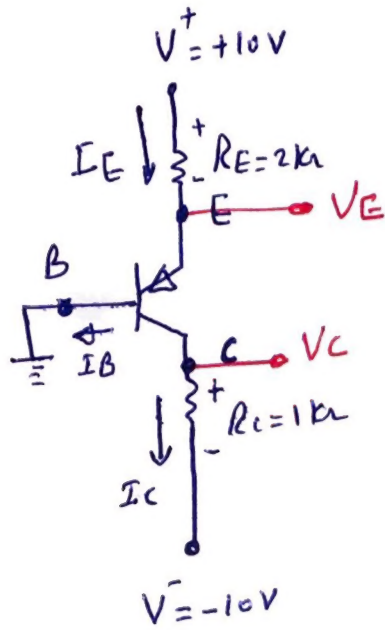
$$I_C = \alpha I_E \quad , \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$

$$I_C = (0.99)(1mA) = 0.99mA$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 10V - (0.99)(4.7) = 5.3V$$

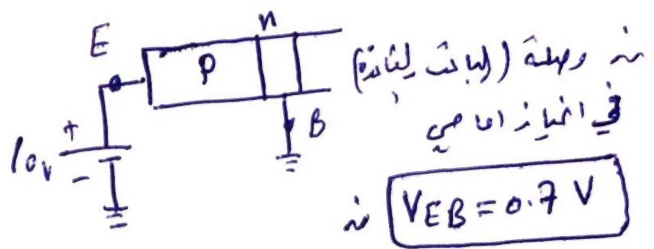
$$I_E = (\beta + 1)I_B \Rightarrow I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{1mA}{101} = 0.01mA$$

③. دائرة الترانزستور الباعثة في إلكترونيك الجهد لتدليل لفهمه وإستراتيجيات في كد فرع
المفهوم أنه $(\beta = 100)$.



المحل :- الترانزستور نوع (PNP)

- يتم افتبار وضع دهرلة (لبايت لقاعدة)
- حيث أنه لقاعدة على جهد إدرى (هف) ولبايت
على الجهد إدرى عبر المقاومة R_E



$$V_{EB} = 0.7V$$

- ناهي عيه جهد لبايت (V_E) - بتدقيقه وتركيزه يتفهم أنه جهد (لبايت زياد)

$$V_E = V_{EB} = 0.7V$$

إذا لم تقف اسم دائرة
هف (لبايت - لقاعدة)
وطبقه قافله كيرشوف للجهد

تغير لبايت (I_E)

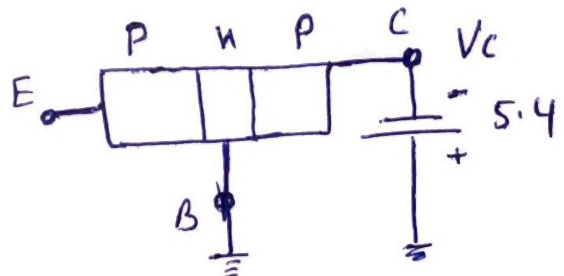
$$I_E = \frac{(10 - 0.7)V}{2k\Omega} = 4.65mA$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$

$$I_C = \alpha I_E = (0.99)(4.65mA) = 4.6mA$$

$$V_C = V + I_C R_C = -10V + (4.6mA)(1k\Omega) = -5.4V$$

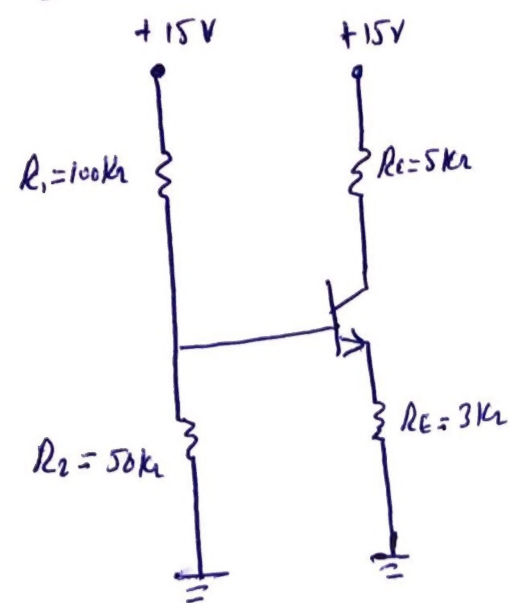
من لإفهم أنه الجهد لبايت على المخرج سوف يجعل وضع
(المخرج - لقاعدة) في التناظر طاسي
نن الترانزستور لعين في نقطة (لبايت ط)



$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{4.65mA}{101} = 0.05mA$$

المحل :- نتم صا R_{Th} درجة V_{Th}

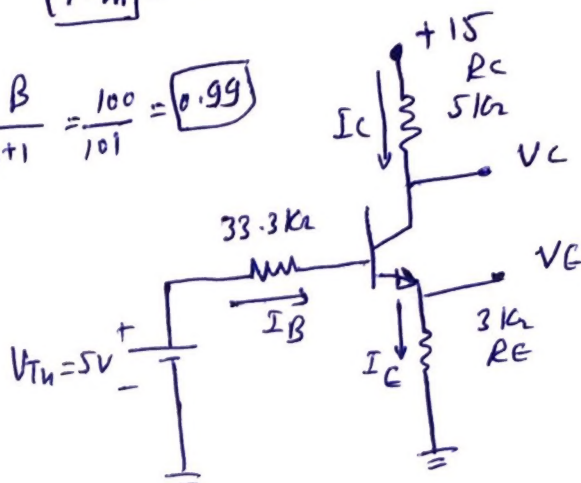
4 - دائرة الترانزستور المبينة في الشكل التالي اذهب المجهود المذكور لفئة ولتغيرات في كود طرح
اؤسره ($\beta = 100$)



$$V_{Th} = 15 \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 15 \frac{50}{100 + 50} = +5V$$

$$R_{Th} = R_1 \parallel R_2 = 100 \parallel 50 = 33.3 k\Omega$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$



$$V_{Th} = I_B R_{Th} + V_{BE} + I_E R_E$$

$$I_E = I_B (\beta + 1) \Rightarrow I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

بالنعول في القارة (لبيتم ترتيب حدود المعادله)

$$I_E = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_E + \left[\frac{R_{Th}}{\beta + 1} \right]} = \frac{5V - 0.7V}{3k + \frac{33.3k}{101}} = 1.29 mA$$

$$V_B = V_{BE} + I_E R_E = 0.7 + (1.29 mA)(3k) = 4.57 V$$

$$I_C = \alpha I_E = 0.99 \times (1.29 mA) = 1.28 mA$$

$$V_C = 15 - I_C R_C = 15V - (1.28 mA)(5k) = 8.6 V$$

والنح انه جهد المص (8.6V) اكبر من جهد القارة (4.57V)

من عمله (المص - القارة) في الحيات عكسي - الترانزستور من نوع PNP

⑤ - ترانزستور له تيار سرب عكسي ($I_{CBO} = 48 \text{ nA}$) و ($\alpha = 0.992$)

- اوجد β و I_{CEO}
- اطلب تيار تيار الجمع لعنق (I_C) عندما ($I_B = 30 \mu\text{A}$)
- اطلب تيار تيار الجمع لتقريب (التيار السرب العكسي)

الحل: $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.992}{1 - 0.992} = 124$

$$I_{CEO} = \frac{I_{CBO}}{1 - \alpha} = \frac{48 \times 10^{-9}}{1 - 0.992} = 6 \mu\text{A}$$

أو $I_{CEO} = (\beta + 1) I_{CBO} = (124 + 1)(48 \times 10^{-9}) = 6 \mu\text{A}$

(العنق) $I_C = \beta I_B + I_{CEO} = (124)(30 \mu\text{A}) + 6 \mu\text{A} = 3726 \mu\text{A} = 3.726 \text{ mA}$

(التقريب) $I_C \cong \beta I_B = (124)(30 \mu\text{A}) = 3.72 \text{ mA}$

⑥ - اذا كانت ($\beta = 100$) للترانزستور ونسبة لزيادة درج الحرارة نسبت في ازدياد β بقدر 100% ماهي نسبة التغير في العنق (α)

الحل: $\beta = 100 \xrightarrow{100\%} \beta = 200$

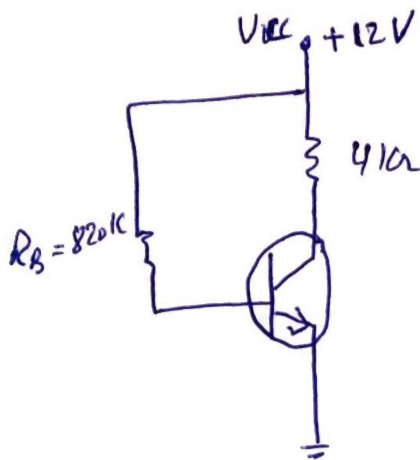
$$\alpha(T_1) = \frac{\beta_1}{\beta_1 + 1} = \frac{100}{101} = 0.990099$$

$$\alpha(T_2) = \frac{\beta_2}{\beta_2 + 1} = \frac{200}{201} = 0.995025$$

نسبة التغير $\frac{\alpha(T_2) - \alpha(T_1)}{\alpha(T_1)} \times 100\% = 0.488\% \leftarrow$

⑦ - دائرة الترانزستور [التي هي] إذا كانت $(\alpha = 0.98)$ $(I_{CBO} = 10 \mu A)$

او $(R_B = 820 k\Omega)$ $(R_C = 4 k\Omega)$ اوجد I_C و V_{CE}



الحل: —

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.98}{1 - 0.98} = 49$$

بتطبيق قانون كيرشوف على دائرة الإدخال (الحلقة القاعدة - الباعث)

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0 \Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$\therefore \boxed{I_B} = \frac{(12 - 0.7) V}{820 \times 10^3} = \boxed{13.78 \mu A}$$

$$\boxed{I_C} = \beta I_B + (\beta + 1) I_{CBO}$$

$$= (49)(13.78 \mu A) + (50)(10 \mu A) = \boxed{1.17 mA}$$

بتطبيق قانون كيرشوف على دائرة المخرج

$$\therefore V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0$$

$$\therefore \boxed{V_{CE}} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (1.17 mA)(4 \times 10^3 \Omega) = \boxed{7.3 V}$$

(٨) - دائرة الترانزستور الجنبية في الشكل اوجد معدل التغير (نسبة التغير للمقدار) لتيار المجمع (I_C) والمجمد (V_{CE}) عندما تتغير β من ٩٠ الى ١٣٥

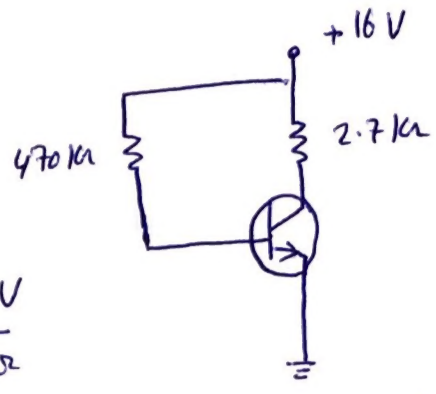
For $\beta = 90$

* $V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{(16 - 0.7) V}{470 \times 10^3 \Omega}$$

$I_B = 32.55 \mu A$

$I_C = \beta I_B = (90)(32.55 \mu A) = 2.93 mA$



* $V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 16V - (2.93 mA)(2.7k\Omega) = 8.09V$

For $\beta = 135 \rightarrow$ نفس الطريقة يتم ايجاد I_B, I_C, V_{CE}

$I_B = 32.55 \mu A$ $I_C = \beta I_B = (135)(32.55 \mu A) = 4.39 mA$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 16V - (4.39 mA)(2.7k\Omega) = 4.15V$

$\% \Delta I_C = \frac{(4.39 - 2.93) mA}{2.93 mA} \times 100 = 49.83\%$

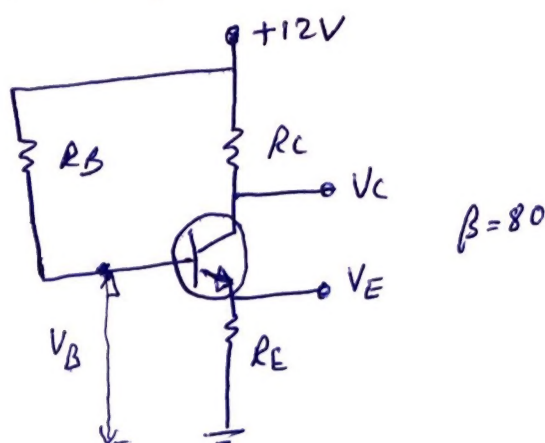
$\% \Delta V_{CE} = \frac{4.15V - 8.09V}{8.09V} \times 100 = -48.7\%$

Trans

التمرين ٢.٢.٢

٩ - دائرة لترانزستور بسيطة في شكل أولي كثر

$$\begin{aligned} I_C &= 2 \text{ mA} \\ V_C &= 7.6 \text{ V} \\ V_E &= 2.4 \text{ V} \end{aligned}$$



الحل :-

KVL : $V_{CC} - I_C R_C - V_C = 0 \Rightarrow R_C = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C}$

$$\therefore R_C = \frac{(12 - 7.6) \text{ V}}{2 \times 10^{-3} \text{ A}} = 2.2 \text{ k}\Omega$$

KVL : $V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - V_E = 0$

$$\therefore \boxed{V_{CE}} = V_{CC} - I_C R_C - V_E = 12 \text{ V} - (2 \times 10^{-3} \text{ A})(2.2 \times 10^3 \Omega) - 2.4 \text{ V} = \boxed{5.2 \text{ V}}$$

$$\boxed{I_B} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ A}}{80} = \boxed{25 \mu\text{A}}$$

KVL : $V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - V_E = 0 \Rightarrow R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - V_E}{I_B}$

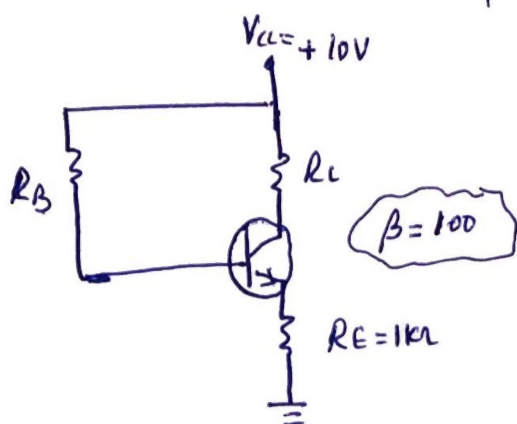
$$\boxed{R_B} = \frac{(12 - 0.7 - 2.4) \text{ V}}{25 \times 10^{-6} \text{ A}} = \boxed{356 \text{ k}\Omega}$$

$$\boxed{V_B} = V_{BE} + V_E = 0.7 + 2.4 = \boxed{3.1 \text{ V}}$$

$$\boxed{I_E} = I_B + I_C = 25 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-3} = \boxed{2.025 \text{ mA}}$$

$$\boxed{R_E} = \frac{V_E}{I_E} = \frac{2.4}{2.025 \times 10^{-3}} = \boxed{1.185 \text{ k}\Omega}$$

(10) - دائرة الترانزستور الجيبية في انظر التالي اوجد R_B و R_C لتجعل $V_{CE} = 5V$ ($I_C = 2mA$)



الحل:-

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \times 10^{-3} A}{100} = 20 \mu A$$

KVL:- (المجمع - إيميت)

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - (I_B + I_C) R_E = 0$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE} - (I_B + I_C) R_E}{I_C}$$

$$= \frac{10 - 5 - (20 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-3})(1 \times 10^3)}{2 \times 10^{-3}} = 1.49 k\Omega$$

KVL:- (القاعدة - إيميت)

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

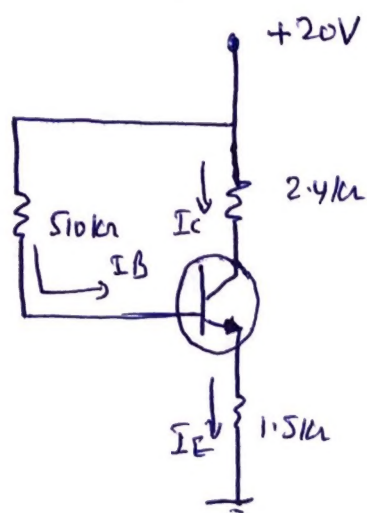
$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - (I_B + I_C) R_E = 0$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - (I_B + I_C) R_E}{I_B}$$

$$= \frac{10V - 0.7V - (20 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-3})(1 \times 10^3)}{20 \times 10^{-6}}$$

$$= 364 k\Omega$$

(11) - دائرة الترانزستور الباعية في الشكل أدناه تعد لتغير في شدة الجهد (V_{CE}) والجهد (I_C) عند تغير β من 100 إلى 150.



For $\beta = 100$

* KVL (القاعدة - بائنة) :-

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - (\beta + 1) I_B R_E = 0$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} = \frac{20V - 0.7V}{510k\Omega + (101)(1.5k\Omega)} = 29.18 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (100)(29.18 \mu A) = 2.92 mA$$

* KVL (الجمع - بائنة) :- $V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E = 0$
 $V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - (I_B + I_C) R_E = 0$

$$\therefore V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - (I_B + I_C) R_E = 20V - (2.92 mA)(2.4k\Omega) - (29.18 \mu A + 2.92 mA)(1.5k\Omega) = 8.57 V$$

For $\beta = 150$ $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} = \frac{(20V - 0.7V)}{510 \times 10^3 \Omega + (151)(1.5 \times 10^3 \Omega)} = 26.21 \mu A$

$$I_C = \beta I_B = (150)(26.21 \mu A) = 3.93 mA$$

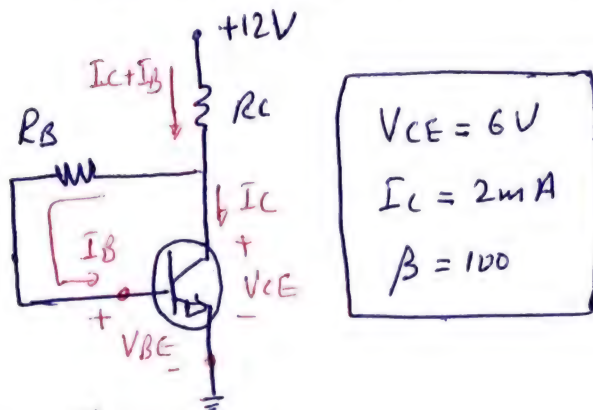
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - (I_B + I_C) R_E = 20V - (3.93 mA)(2.4 \times 10^3 \Omega) - (26.21 \mu A + 3.93 mA)(1.5 \times 10^3 \Omega)$$

$$\therefore V_{CE} = 4.63 V$$

$$\% \Delta I_C = \frac{3.93 \times 10^{-3} - 2.92 \times 10^{-3}}{2.92 \times 10^{-3}} \times 100 = 34.59 \%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \frac{4.63 - 8.57}{8.57} \times 100 = -45.97 \%$$

(12) - للدارة أسيّة في كل اوتب R_B و R_C



$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \times 10^{-3}}{100} = 20 \mu A$$

الم: -

* KVL: (البعد - البعد)

$$V_{CC} - (I_B + I_C)R_C - V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CC} - (\beta + 1)I_B R_C - V_{CE} = 0$$

$$\therefore R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{(\beta + 1)I_B} = \frac{12 - 6}{(101)(20 \times 10^{-6})} = 2.97 k\Omega$$

* KVL: (البعد - البعد)

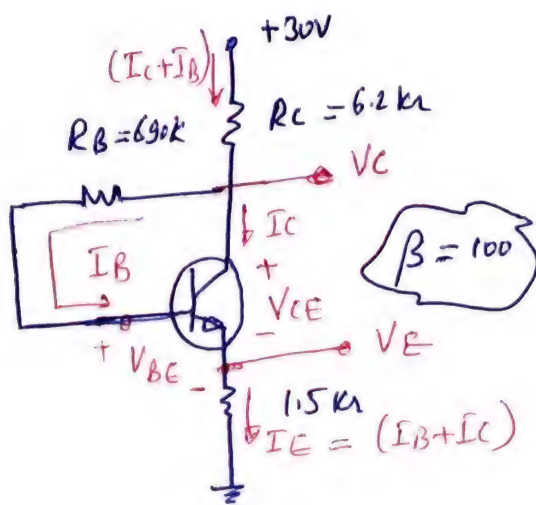
$$V_{CC} - (I_B + I_C)R_C - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - (I_C + I_B)R_C}{I_B}$$

$$= \frac{12V - 0.7V - (20 \times 10^{-6}A + 2 \times 10^{-3}A)(2.97 \times 10^3 \Omega)}{20 \times 10^{-6}A}$$

$$R_B = 265.4 k\Omega$$

(13) - لدراسة الترانزستور يجب في إطار أجهز كوسم V_{CE} , V_E , V_C , I_C



المطلوب:

KVL: (القائمة - الجهد) :- $V_{CC} - (I_B + I_C)R_C - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$

$$V_{CC} - (\beta + 1)I_B R_C - I_B R_B - V_{BE} - (\beta + 1)I_B R_E = 0$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)(R_C + R_E)} = \frac{(30 - 0.7)V}{690k + (101)(6.2k + 1.5k)}$$

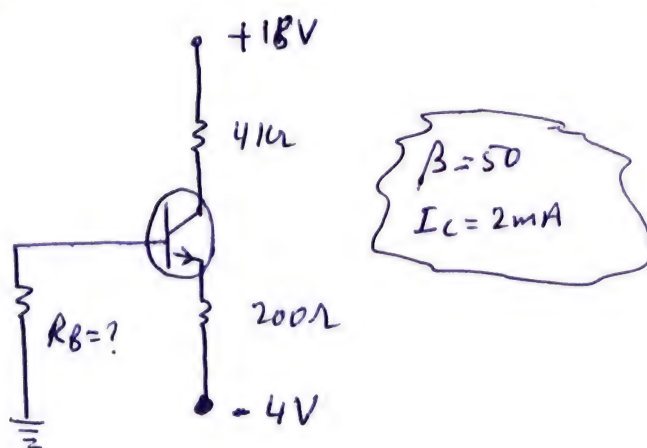
$$\therefore I_B = 19.9 \mu A \quad I_C = \beta I_B = (100)(19.9 \mu A) = 1.99 mA$$

$$V_C = V_{CC} - (I_B + I_C)R_C = 30V - (19.9 \times 10^{-6} + 1.99 \times 10^{-3})(6.2 \times 10^3) = 17.5V$$

$$V_E = (I_B + I_C)R_E = (19.9 \times 10^{-6} + 1.99 \times 10^{-3})(1.5 \times 10^3) = 3.02V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 17.5V - 3.02V = 14.48V$$

⑭ - دائرة الترانزستور - الجهد في إكتر أوجد V_{CE} R_B



الحل :-

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2 \times 10^{-3}}{50} = 40 \mu A$$

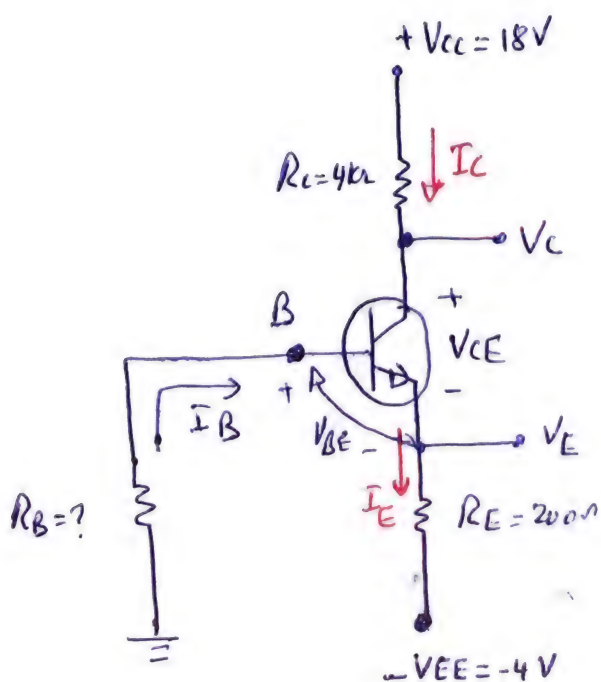
$$I_E = I_C + I_B = 40 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-3} = 2.04 \text{ mA}$$

KVL (القاعدة - المخرج)

$$-I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$R_B = \frac{V_{EE} - V_{BE} - I_E R_E}{I_B}$$

$$R_B = \frac{4 - 0.7 - (2.04 \times 10^{-3}) (200 \Omega)}{40 \times 10^{-6}} = 72.3 \text{ k}\Omega$$

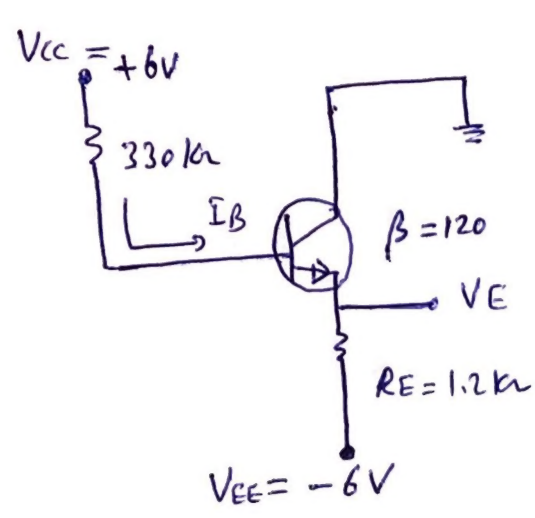



KVL: (القاعدة - المخرج) :-

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CC} + V_{EE} - I_C R_C - I_E R_E \\ &= 18 + 4 - (2 \times 10^{-3}) (4 \times 10^3) - (2.04 \times 10^{-3}) (200 \Omega) \\ &= 13.59 \text{ V} \end{aligned}$$

١٥ - دائرة الترانزستور الجسبة في الشكل ارفد I_B و V_E



المسألة: (خاصة - بضعه) KVL 

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - (\beta + 1) I_B R_E + V_{EE} = 0$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{CC} + V_{EE} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$

$$I_B = \frac{(6+6-0.7)V}{330 \times 10^3 \Omega + (121)(1.2 \times 10^3 \Omega)}$$

$$\therefore I_B = 23.72 \mu A$$

$$\begin{aligned} I_E &= (\beta + 1) I_B \\ &= (121) (23.72 \times 10^{-6} \text{ A}) \end{aligned}$$

$$I_E = 2.87 \text{ mA}$$

لدارة (المات) - KVL

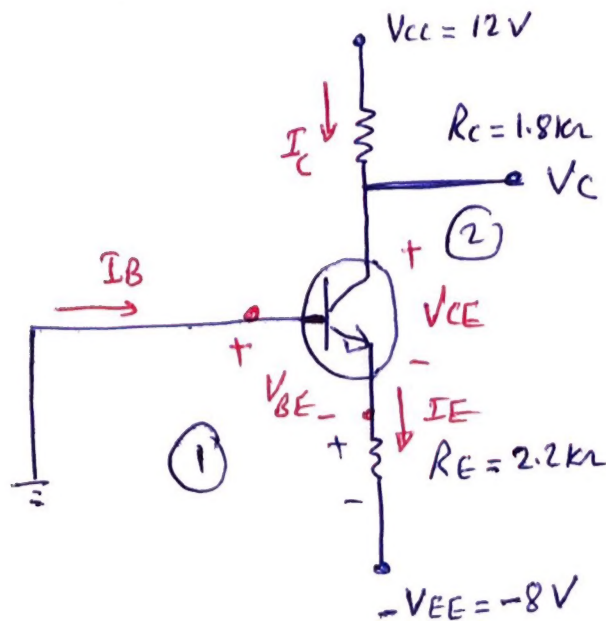
$$V_E - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$\therefore V_E = I_E R_E - V_{BE}$$

$$= (2.87 \times 10^{-3}) (1.2 \times 10^3) - 0.6$$

$$\sim V_E = -2.547 \text{ V}$$

(16) - اوجد V_C ، V_{CE} ، I_E للدائرة، باستخدام الجيغ في الشكل



KVL Loop ①

$$-V_{BE} - I_E R_E + V_{EE} = 0 \Rightarrow I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} = \frac{8 - 0.7}{2.2 \times 10^3} = 3.318 \text{ mA}$$

$$I_E \cong I_C = 3.318 \text{ mA}$$

KVL Loop ②

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$V_{CE} = V_{CC} + V_{EE} - (R_C + R_E) I_C \quad (\because I_E \cong I_C)$$

$$= 10 + 8 - (1.8 \times 10^3 \Omega + 2.2 \times 10^3 \Omega)(3.318 \text{ mA})$$

$$\therefore V_{CE} = 4.73 \text{ V}$$

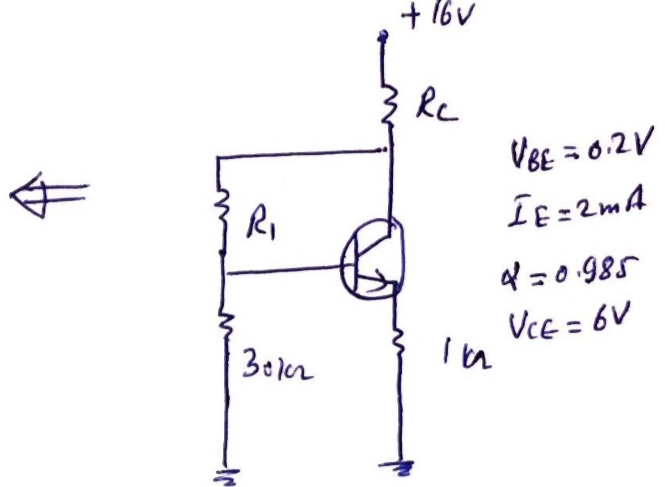
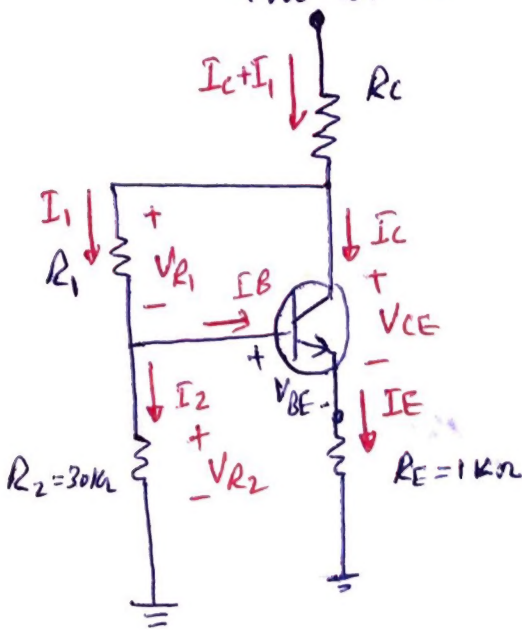
$$\odot V_C - V_{CE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$\therefore V_C = V_{CE} + I_E R_E - V_{EE}$$

$$= 4.73 \text{ V} + (3.318 \times 10^{-3} \text{ A})(2.2 \times 10^3 \Omega) - 8 \text{ V}$$

$$V_C = 4.03 \text{ V}$$

(17) - دائرة الترانزستور - أجب في إكمال R_1 و R_c $V_{CC} = 16V$



$$V_{R2} = V_{BE} + I_E R_E = 0.2V + (2 \times 10^{-3})(1 \times 10^3) = 2.2V$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{2.2V}{30 \times 10^3} = 73.3 \mu A \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.985}{1 - 0.985} = 65.66$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{2 \times 10^{-3}}{65.66 + 1} = 30 \mu A$$

$$I_C = I_E - I_B = 2 \times 10^{-3} - 30 \times 10^{-6} = 1.97 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_2 + I_B = 73.3 \times 10^{-6} + 30 \times 10^{-6} = 103.3 \mu A$$

$$V_{CC} - (I_C + I_1)R_c - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

$$R_c = \frac{V_{CC} - V_{CE} - I_E R_E}{I_C + I_1} = \frac{16 - 6 - (2 \times 10^{-3})(1 \times 10^3)}{1.97 \times 10^{-3} + 103.3 \times 10^{-6}}$$

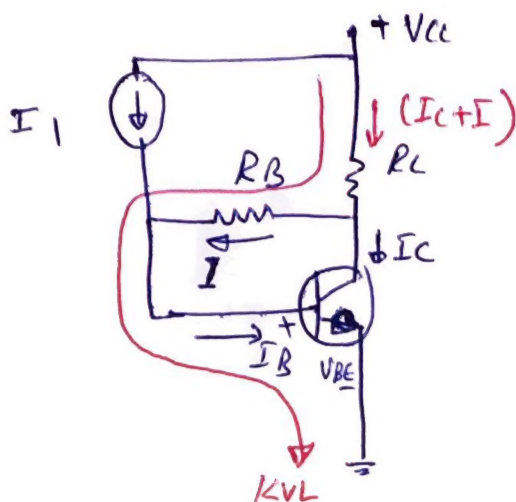
$$\textcircled{*} V_{CC} - (I_C + I_1)R_c - R_1 I_1 - V_2 = 0$$

$$R_c = 3.859 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_2 - (I_C + I_1)R_c}{I_1}$$

$$= \frac{16 - 2.2 - (1.97 \times 10^{-3} + 103.3 \times 10^{-6})(3.859 \times 10^3)}{103.3 \times 10^{-6}} = 56.15 \text{ k}\Omega$$

أولاً لصفه إلكترونية لتأثير الجهد (Ic) بدلالة β , V_{BE} , V_{CC} , I_1



KVL $(I_C + I)R_C + I R_B + V_{BE} = V_{CC}$ التي:

$$I_B = I_1 + I \Rightarrow I = I_B - I_1$$

$$\therefore [I_C + I_B - I_1] R_C + [I_B - I_1] R_B = V_{CC} - V_{BE}$$

$$[(\beta+1)I_B - I_1]R_C + I_B R_B - I_1 R_B = V_C - V_{BE}$$

$$I_C = \beta I_B \quad \text{or} \quad \frac{I_C}{I_B} = \beta$$

$$(\beta+1)I_B R_C + I_B R_B = (V_{CC} - V_{BE}) + I_B R_C + I_B R_B$$

$$I_B [(\beta+1)R_C + R_B] = (V_{CC} - V_{BE}) + I_1(R_C + R_B)$$

$$\frac{I_C}{\beta} [(\beta+1)R_C + R_B] = [(V_{CC} - V_{BE}) + I_1(R_C + R_B)]$$

$$\therefore I_c = \frac{\beta [(V_{CC} - V_{BE}) + I_1(R_C + R_B)]}{(\beta + 1)R_C + R_B} \quad \#$$